

555,141

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
18. November 2004 (18.11.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2004/100244 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **H01L 21/306**

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2004/000835

(22) Internationales Anmeldedatum:  
22. April 2004 (22.04.2004)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
103 20 212.9 7. Mai 2003 (07.05.2003) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): UNIVERSITÄT KONSTANZ [DE/DE]; Universitätsstrasse 10, 78464 Konstanz (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): HAUSER, Alexander [DE/DE]; Eichhornstrasse 21, 78464 Konstanz (DE).

MELNYK, Ihor [UA/UA]; Knjahyni-Olhy-Strasse 63/71, Lwiw 79053 (UA). FATH, Peter [DE/DE]; Brandesstrasse 7, 78464 Konstanz (DE).

(74) Anwalt: RACKETTE PARTNERSCHAFT PATENTANWÄLTE; Kaiser-Joseph-Strasse 179, Postfach 13 10, 79013 Freiburg (DE).

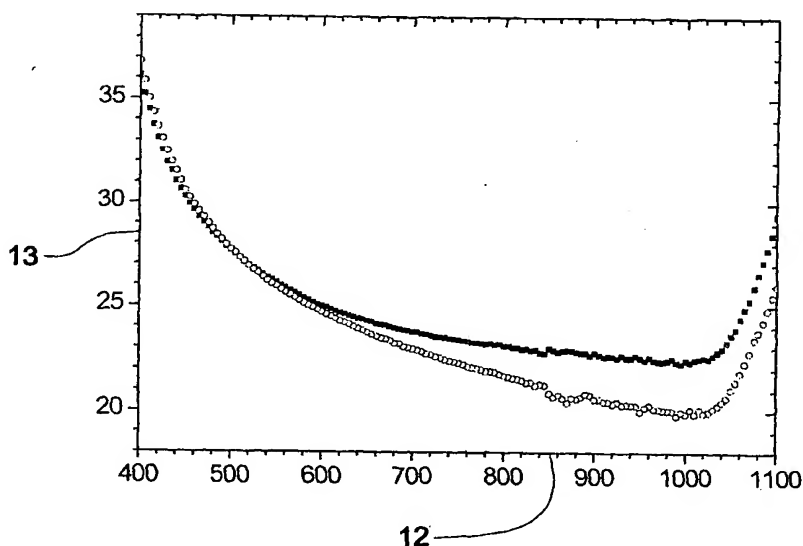
(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR TEXTURING SURFACES OF SILICON WAFERS

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM TEXTURIEREN VON OBERFLÄCHEN VON SILIZIUM-SCHEIBEN



(57) Abstract: Disclosed is a method for texturing surfaces of silicon wafers, comprising the steps of dipping the silicon wafers into an etching solution containing water, concentrated hydrofluoric acid, and concentrated nitric acid, and adjusting the temperature of the etching solution. According to the inventive method, the etching solution comprises 20 to 55 percent of water, 10 to 40 percent of concentrated hydrofluoric acid, and 20 to 60 percent of concentrated nitric acid while the temperature of the etching solution ranges between 0 and 15 degrees Celsius, resulting in a relatively high degree of efficiency due to reduced reflections of the silicon wafers.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2004/100244 A1



GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht

— vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

**(57) Zusammenfassung:** Bei einem Verfahren zum Texturieren von Oberflächen von Silizium-Scheiben mit den Schritten des Eintauchens der Silizium-Scheiben in einer Ätzlösung aus Wasser, konzentrierter Flusssäure und konzentrierter Salpetersäure und des Einstellens einer Temperatur für die Ätzlösung ist vorgesehen, dass die Ätzlösung anteilig aus 20% bis 55% Wasser, 10% bis 40% konzentrierter Flusssäure und 20% bis 60% konzentrierter Salpetersäure besteht und dass die Temperatur der Ätzlösung zwischen 0 Grad Celsius und 15 Grad Celsius liegt. Dadurch ergibt sich ein verhältnismässig hoher Wirkungsgrad aufgrund verringerter Reflexionen der Silizium-Scheiben.

Verfahren zum Texturieren von Oberflächen  
von Silizium-Scheiben

- 5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Texturieren von Oberflächen von Silizium-Scheiben mit den Schritten des Eintauchens der Silizium-Scheiben in einer Ätzlösung aus Wasser, konzentrierter Flusssäure und konzentrierter Salpetersäure und des Einstellens einer Temperatur für die Ätzlösung.
- 10 Ein derartiges Verfahren ist aus dem Artikel „Isotropic Texturing of Multicrystalline Silicon Wafers with Acidic Texturing Solutions“ von R. Einhaus, E. Vazsonyi, J. Szlufcik et al., erschienen in dem Tagungsband 26th PVSC, 30. September bis 3. Oktober
- 15 1997, Anaheim, Kalifornien, U.S.A., bekannt. Bei dem vorbekannten Verfahren werden multikristalline Silizium-Scheiben in einer temperaturkontrollierten sauren Ätzlösung bestehend aus Wasser, Flusssäure mit einer Konzentration von 50% und Salpetersäure mit einer Konzentration von 70% an der Oberfläche
- 20 texturiert, um den Wirkungsgrad beeinträchtigende Reflexionen zu verringern.
- Aus den Dokumenten US-A-3,309,760, US 2002/0187583 A1, US-A-5,681,398 und US-A-5,174,855 sind Verfahren zum Be-
- 25 handeln von Oberflächen von Silizium-Scheiben bekannt, die dem Vorbereiten von Silizium vor einem Metallierungsschritt, dem Herausarbeiten einer Struktur beziehungsweise bei den letztgenannten Dokumenten der Reinigung dienen.
- 30 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs genannten Art anzugeben, das insbesondere auch im industriellen Maßstab verhältnismäßig einfach durchzuführen ist und zu Silizium-Scheiben mit verbessertem Wirkungsgrad führt.

Diese Aufgabe wird bei einem Verfahren der eingangs genannten Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die Ätzlösung anteilig aus 20% bis 55% Wasser, 10% bis 40% konzentrierter Flusssäure und 20% bis 60% konzentrierter Salpetersäure besteht und dass die Temperatur der Ätzlösung zwischen 0 Grad Celsius und 15 Grad Celsius liegt.

Durch die erfindungsgemäße Zusammensetzung der Ätzlösung anteilig aus 20% bis 55% Wasser, 10% bis 40% konzentrierter Flusssäure und 20% bis 60% konzentrierter Salpetersäure und zusätzlich dem Durchführen des Ätzvorganges bei der verhältnismäßig niedrigen, deutlich unter Raumtemperatur liegenden Ätzbadtemperatur wird eine merkliche Verbesserung des Wirkungsgrades erzielt. Weiterhin gestaltet sich zum einen das Ansetzen der Ätzlösung relativ unkritisch und läßt sich in verhältnismäßig kurzer Zeit durchführen. Zum anderen läßt sich der Ätzvorgang verhältnismäßig einfach kontrollieren.

Bei einer Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht die Ätzlösung anteilig aus 30 % bis 40% Wasser, 15% bis 30% konzentrierter Flusssäure und 30% bis 50% konzentrierter Salpetersäure.

Bei einer weiteren Ausbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens liegt die Temperatur der Ätzlösung zwischen 7 Grad Celsius und 9 Grad Celsius.

Zweckmäßigerweise verbleiben bei dem erfindungsgemäßen Verfahren die Silizium-Scheiben zwischen 3 Minuten und 5 Minuten in der Ätzlösung.

Bei einem besonders bevorzugten Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht die Ätzlösung anteilig aus 31% Wasser, 23% konzentrierter Flusssäure und 46% konzentrierter Salpetersäure, die Temperatur der Ätzlösung liegt

bei 8 Grad Celsius und die Silizium-Scheiben verbleiben zwischen 1,5 Minuten und 2 Minuten in der Ätzlösung.

- 5 Bei einer Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens sind die Silizium-Scheiben im wesentlichen vertikal ausgerichtet und die Ätzlösung weist eine Strömungskomponente auf. Dadurch werden beide Oberflächen der Silizium-Scheiben im wesentlichen gleichartig texturiert.
- 10 Bei einer weiteren zweckmäßigen Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens sind die Silizium-Scheiben im wesentlichen horizontal ausgerichtet, wobei die Ätzlösung ruht. Dadurch wird die nach oben weisende Oberfläche durch verhältnismäßig schnell wegperlende Gasbläschen besonders gut
- 15 texturiert.

- Bei einer weiteren, für die kontinuierliche Herstellung von Silizium-Scheiben besonders zweckmäßigen Weiterbildung der letztgenannten Ausgestaltung werden die Silizium-Scheiben
- 20 durch die Ätzlösung bewegt. Dadurch ergibt sich auf beiden Oberflächenseiten der Silizium-Scheiben besonders gute Texturierungen.

- 25 Zweckmäßigerweise sind bei dem erfindungsgemäßen Verfahren die Silizium-Scheiben multikristallin.

- Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der nachfolgenden Beschreibung von bevorzugten Ausführungsbeispielen der Erfindung unter Bezug auf die Figuren
- 30 der Zeichnung. Es zeigen:

Fig. 1 in einer schematischen Darstellung die Anordnung von Silizium-Scheiben in einer erfindungsgemäßen Ätzlösung gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel,

- Fig. 2 in einer schematischen Darstellung die Anordnung von Silizium-Scheiben in einer erfindungsgemäßen Ätzlösung gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel,
- 5 Fig. 3 in einer schematischen Darstellung die Anordnung von Silizium-Scheiben in einer erfindungsgemäßen Ätzlösung gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel,
- 10 Fig. 4 in einem Schaubild die qualitative Abhängigkeit der mittleren Reflexion von der Ätzzeit bei einem Ätzvorgang mit einer Ätzlösung bei Raumtemperatur und bei einem Ätzvorgang mit einer erfindungsgemäßen Ätzlösung im erfindungsgemäßen Temperaturbereich,
- 15 Fig. 5 in einem Schaubild die Abhängigkeit der Reflexion von der Wellenlänge bei einer in einer herkömmlichen sauren Ätzlösung texturierten Silizium-Scheibe und einer erfindungsgemäß texturierten Silizium-Scheibe und
- 20 Fig. 6 eine mit einem Elektronenmikroskop gewonnene Darstellung einer Oberfläche einer erfindungsgemäß texturierten Silizium-Scheibe.
- 25 Fig. 1 zeigt in einer schematischen Darstellung eine Anzahl von als sogenannte Wafer ausgebildete multikristalline Silizium-Scheiben 1, die in an sich bekannter Weise mit einem Halter 2 verbunden sind. Der Halter 2 ist in der Darstellung gemäß Fig. 1 mit den Silizium-Scheiben 1 in horizontaler Ausrichtung in eine
- 30 Wanne 3 eingetaucht die mit einer erfindungsgemäßen ruhenden Ätzlösung 4 gefüllt ist. Diese horizontale Anordnung führt dazu, dass Gasbläschen, die bei der Ätzvorgang an der nach oben weisenden Oberfläche der Silizium-Scheiben 1 entstehen, nach oben wegperlen und dadurch an der nach oben weisenden

Oberfläche der Silizium-Scheiben 1 eine für das Verringern von Reflexionen sehr gute Texturierung erfolgt.

Fig. 2 zeigt in einer schematischen Darstellung die Anordnung von mit einem dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 entsprechenden Halter 2 verbundenen Silizium-Scheiben 1 in einer erfindungsgemäßen Ätzlösung 4 gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel. Gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel sind die Silizium-Scheiben 1 vertikal angeordnet, wobei die Ätzlösung 4 beispielsweise durch Hin- und Herbewegen der Wanne 3 oder durch Einsatz eines in Fig. 2 nicht dargestellten, gegen starke Säuren beständigen Rührwerkzeuges die Ätzlösung 4 entlang der Silizium-Scheiben 1 eine durch gestrichelte Strömungslinien angedeutete Strömungskomponente aufweist. Dadurch wird erreicht, dass sich während des Ätzvorganges an beiden Oberflächen der Silizium-Scheiben 1 ausbildende Gasbläschen frühzeitig ablösen und nach oben wegperlen, so dass beide Oberflächenseiten der Silizium-Scheiben 1 gleichmäßig texturiert werden.

Fig. 3 zeigt in einer schematischen Darstellung die Anordnung von Silizium-Scheiben 1 in einer erfindungsgemäßen Ätzlösung 4 gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel. Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 3 ist eine Rollenbahn 5 mit einer Anzahl von in einem Abstand einander gegenüberliegenden, wenigstens teilweise angetriebenen oberen Rollen 6 und unteren Rollen 7 vorhanden, mit der die zu texturierenden Silizium-Scheiben 1 in einer im wesentlichen horizontalen Bahn durch die in der Wanne 3 vorgehaltene erfindungsgemäße Ätzlösung 4 durchgeführt werden. Dieses Ausführungsbeispiel zeichnet sich dadurch aus, dass es bei sehr gute Texturierung beider Oberflächenseiten für die kontinuierliche Produktion von Silizium-Scheiben 1 besonders gut einsetzbar ist.

Die Zusammensetzung einer beispielhaften erfindungsgemäßen Ätzlösung 4 aus Wasser, konzentrierter Flusssäure, das heißt mit einer Konzentration von wenigstens etwa 50%, und konzentrierter Salpetersäure, das heißt mit einer Konzentration von wenigstens etwa 65%, ist wie folgt, wobei bei anderen Konzentrationen der Flusssäure und der Salpetersäure die Anteile entsprechend anzupassen sind:

- 2     Anteile Wasser ( $H_2O$ ),
- 10    1,5   Anteile Flusssäure (HF, Konzentration 50%) und
- 3     Anteile Salpetersäure ( $HNO_3$ , Konzentration 65%).

Bei den Ausführungsbeispielen gemäß Fig. 1 bis Fig. 3 wird die Temperatur der Ätzlösung 4 erfindungsgemäß zwischen etwa 0 Grad Celsius und etwa 15 Grad Celsius, bevorzugt zwischen etwa 7 Grad Celsius und etwa 9 Grad Celsius, gehalten.

Damit ergibt sich bei einer unverbrauchten Ätzlösung 4 beim Texturieren eine Verfahrensdauer zu Beginn von etwa 3 Minuten, die sich nach dem Texturieren von 550 Silizium-Scheiben 1 mit einer Größe von  $12,5 \times 12,5 \text{ cm}^2$  in etwa 12 Liter Ätzlösung 4 auf etwa 5 Minuten verlängert.

Bei einem besonders bevorzugten Ausführungsbeispiel werden

- 25    4 Anteile Wasser ( $H_2O$ ),
- 3 Anteile Flusssäure (HF, Konzentration 50%) und
- 6 Anteile Salpetersäure ( $HNO_3$ , Konzentration 65%).
- 30    verwendet, wobei die Temperatur der Ätzlösung 4 wird bei etwa 8 Grad Celsius gehalten wird. Die Verfahrensdauer liegt bei diesem besonders bevorzugten Ausführungsbeispiel zwischen 1,5 Minuten und 2 Minuten.



Der Ätzbvorgang wird durch Wiegen texturierter Silizium-Scheiben 1 vor und nach der Ätzbvorgang kontrolliert, wobei in Abhängigkeit der Größe der jeweiligen Silizium-Scheibe 1 und des gewünschten Ätzbabtrags ein bestimmter Soll-Gewichtsverlust

5 die korrekte Dauer des Ätzbvorganges anzeigt. Liegt der Ist-Gewichtsverlust unter dem Soll-Gewichtsverlust, wird die Dauer des Ätzbvorganges solange erhöht, bis der Ist-Gewichtsverlust mit dem Soll-Gewichtsverlust übereinstimmt. Liegt entsprechend

10 der Ist-Gewichtsverlust über dem Soll-Gewichtsverlust, wird die Dauer des Ätzbvorganges solange verkürzt, bis der Ist-Gewichtsverlust mit dem Soll-Gewichtsverlust übereinstimmt.

Fig. 4 in einem Schaubild die qualitative Abhängigkeit der mittleren Reflexion von der Ätzbzeit bei einem Vergleichsverfahren mit einer Ätzbösung bei Raumtemperatur und bei einem Ätzbvorgang mit einer erfindungsgemäßen Ätzbösung im erfindungsgemäßen Temperaturbereich.

15

In dem Schaubild gemäß ist Fig. 4 auf der Abszisse 8 ist die Ätzbzeit abgetragen. Auf der Ordinaten 9 ist die über einen Wellenlängenbereich von 400 Nanometer bis 1100 Nanometer gemittelte mittlere Reflexion abgetragen. Die durch eine erste Näherungskurve 10 approximierten Werte stammen von mit dem erfindungsgemäßen Verfahren texturierten Silizium-Scheiben 1. Die durch eine zweite Näherungskurve 11 approximierten Messwerte stammen von mit einem Vergleichsverfahren texturierten Silizium-Scheiben.

20

25

Der Vergleich der ersten Näherungskurve 10 für das Verfahren gemäß der Erfindung mit der zweiten Näherungskurve für das Vergleichsverfahren zeigt, dass die mittlere Reflexion bei erfindungsgemäß texturierten Silizium-Scheiben 1 merklich niedriger ist als bei den mit dem Vergleichsverfahren texturierten Silizium-Scheiben.

30

35

Fig. 5 zeigt in einem Schaubild die Abhängigkeit der Reflexion von der Wellenlänge bei einer in einer herkömmlichen sauren Ätzlösung texturierten Silizium-Scheibe und einer erfindungsgemäß texturierten Silizium-Scheibe 1.

5

In dem Schaubild gemäß Fig. 5 ist auf der Abszissen 12 die Wellenlänge in Nanometer und auf der Ordinaten 13 die Reflexion in Prozent abgetragen. Die nicht ausgefüllten Kreise stehen für Messwerte bei mit dem erfindungsgemäßen Verfahren mit  
10 der oben angegebenen beispielhaften Ätzlösung 4 texturierten Silizium-Scheiben 1, während die mit ausgefüllten Quadraten repräsentierten Messwerte für ein herkömmliches, von IMEC entwickelten Verfahren (nachfolgend „IMEC-Vergleichsverfahren“ genannt) nach dem Artikel „Towards Highly Efficient Industrial Cells and Modules from Multicrystalline Wafers“ von F.  
15 Duerinckx, L. Frisson, P.P. Michiels et al., erschienen bei 17th European Photovoltaic Solar Energy Conference, 22. bis 26. Oktober 2001, München, Deutschland, stehen.

20 Bei dem IMEC-Vergleichsverfahren weist die Ätzlösung HF,  $\text{HNO}_3$  sowie einige Additive auf. Die Temperatur der Ätzlösung beträgt 21 Grad Celsius. Die Silizium-Scheiben verbleiben 3 Minuten in der Ätzlösung.

25 Dem Schaubild gemäß Fig. 5 ist zu entnehmen, dass sich bei erfindungsgemäß texturierten Silizium-Scheiben 1 mit einer mittleren Reflexion von 23,8% insbesondere ab einer Wellenlänge von etwa 600 Nanometer um bis zu etwa 2,5% niedrigere Reflexionswerte als bei gemäß dem IMEC-Vergleichsverfahren  
30 texturierten Silizium-Scheiben mit einer mittleren Reflexion von 24,9% ergeben.

In der nachfolgenden Tabelle sind wichtige Kenngrößen für  
35 erfindungsgemäß texturierten Silizium-Scheiben 1 (UKN-Iso-textur) und gemäß dem IMEC-Vergleichsverfahren texturierten

Silizium-Scheiben (IMEC-Isotextur) jeweils im Vergleich mit einer Texturieren mit einer basischen NaOH-Lösung gegenübergestellt.

5

	UKN-Isotextur				IMEC-Isotextur			
	FF %	$J_{sc}$ mA/cm <sup>2</sup>	$V_{oc}$ mV	Eta %	FF %	$J_{sc}$ mA/cm <sup>2</sup>	$V_{oc}$ mV	Eta %
NaOH	76,3	31,2	615,9	14,6	77,9	30,5	620	14,8
Isotextur	76,6	33,2	614,1	15,6	77,9	31,6	614	15,2
Verbes- serung relativ [%]	0,4	5,4	-0,3	6,8	0	3,6	-1	2,7

15

Für die IMEC-Isotextur sind die Daten aus Duerinckx et al. abgeleitet.

20 Dabei bedeuten für die jeweiligen Silizium-Scheiben:

FF: Füllfaktor,

$J_{sc}$ : Kurzschlussstromdichte,

$V_{oc}$ : offene Klemmenspannung und

25 Eta : Wirkungsgrad.

Fig. 6 zeigt eine vergrößerte fotografische Darstellung einer Oberfläche einer erfindungsgemäß texturierten Silizium-Scheibe 1 mit einer Skalierungsangabe. Aus Fig. 6 ist ersichtlich, dass die Texturierung gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren zu zum Teil verhältnismäßig langgestreckten bandartigen Vertiefungen führt, in eine ausgeprägte reflexionsmindernde Strukturierung der Oberfläche hervorrufen.

30

Es versteht sich, dass das erfindungsgemäßen Verfahren auch bei monokristallinen Silizium-Scheiben oder direkt aus der Schmelze gezogenen Silizium-Scheiben, sogenanntem Folien-silizium, anwendbar ist.

## PATENTANSPRÜCHE

- 5 1. Verfahren zum Texturieren von Oberflächen von Silizium-Scheiben mit den Schritten des Eintauchens der Silizium-Scheiben (1) in einer Ätzlösung aus Wasser, konzentrierter Flusssäure und konzentrierter Salpetersäure und des Einstellens einer Temperatur für die Ätzlösung, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Ätzlösung (4) anteilig aus 20% bis 55% Wasser, 10% bis 40% konzentrierter Flusssäure und 20% bis 60% konzentrierter Salpetersäure besteht und dass die Temperatur der Ätzlösung (4) zwischen 0 Grad Celsius und 15 Grad Celsius liegt.
- 10 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Ätzlösung (4) anteilig aus 30% bis 40% Wasser, 15% bis 30% konzentrierter Flusssäure und 30% bis 50% konzentrierter Salpetersäure besteht.
- 15 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Temperatur der Ätzlösung (4) zwischen 7 Grad Celsius und 9 Grad Celsius liegt.
- 20 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Silizium-Scheiben (1) zwischen 3 Minuten und 5 Minuten in der Ätzlösung (4) verbleiben.
- 25 5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Ätzlösung (4) anteilig aus 31% Wasser, 23% konzentrierter Flusssäure und 46% konzentrierter Salpetersäure besteht, dass die Temperatur der Ätzlösung (4) bei 8 Grad Celsius liegt und dass die Silizium-Scheiben
- 30

(1) zwischen 1,5 Minuten und 2 Minuten in der Ätzlösung (4) verbleiben.

- 5 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Silizium-Scheiben (1) im wesentlichen vertikal ausgerichtet sind und dass die Ätzlösung (4) eine Strömungskomponente aufweist.
- 10 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Silizium-Scheiben (1) im wesentlichen horizontal ausgerichtet sind und dass die Ätzlösung (4) ruht.
- 15 8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Silizium-Scheiben (1) durch die Ätzlösung (4) bewegt werden.
- 20 9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Silizium-Scheiben (1) multikristallin sind.

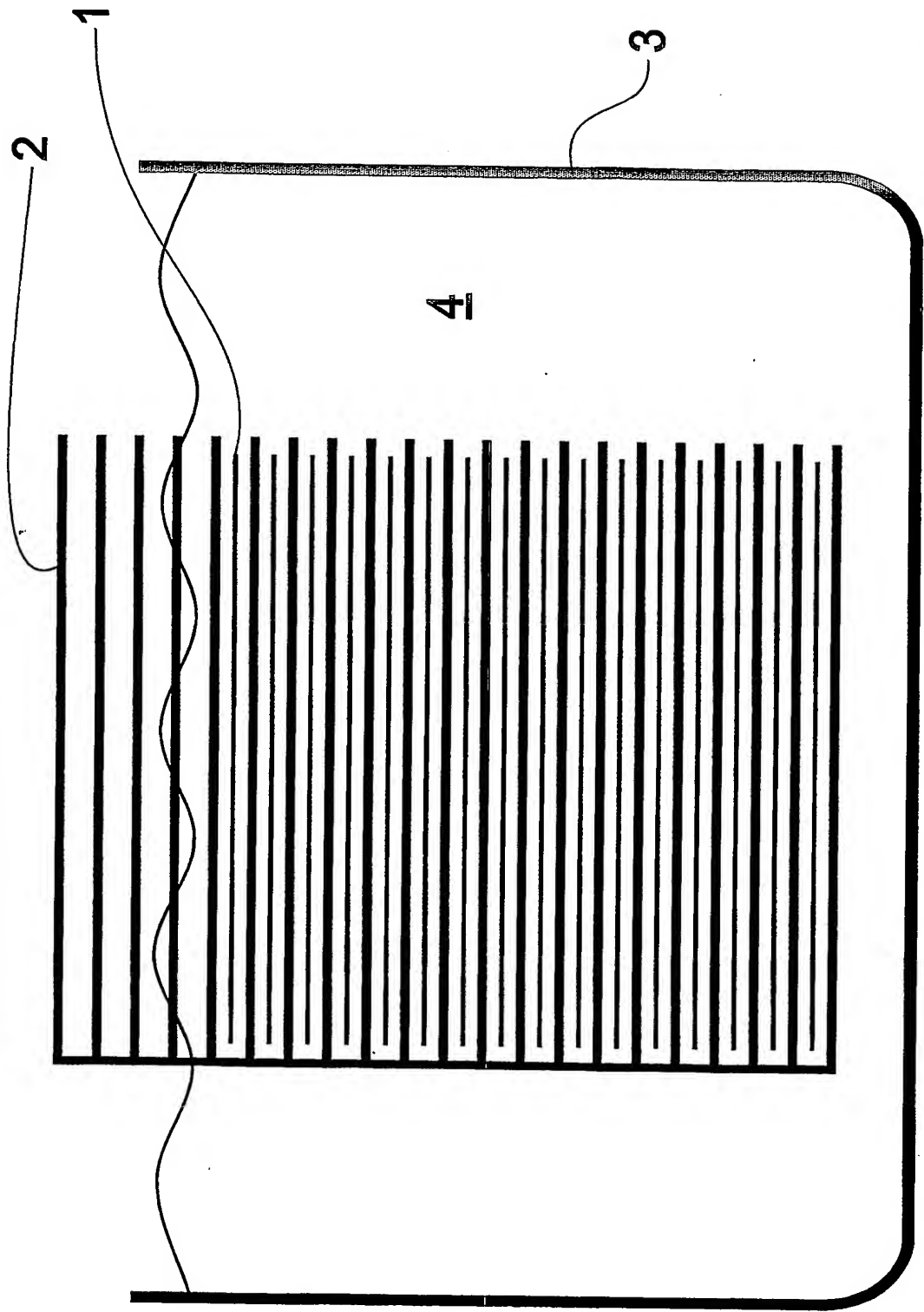


Fig. 1

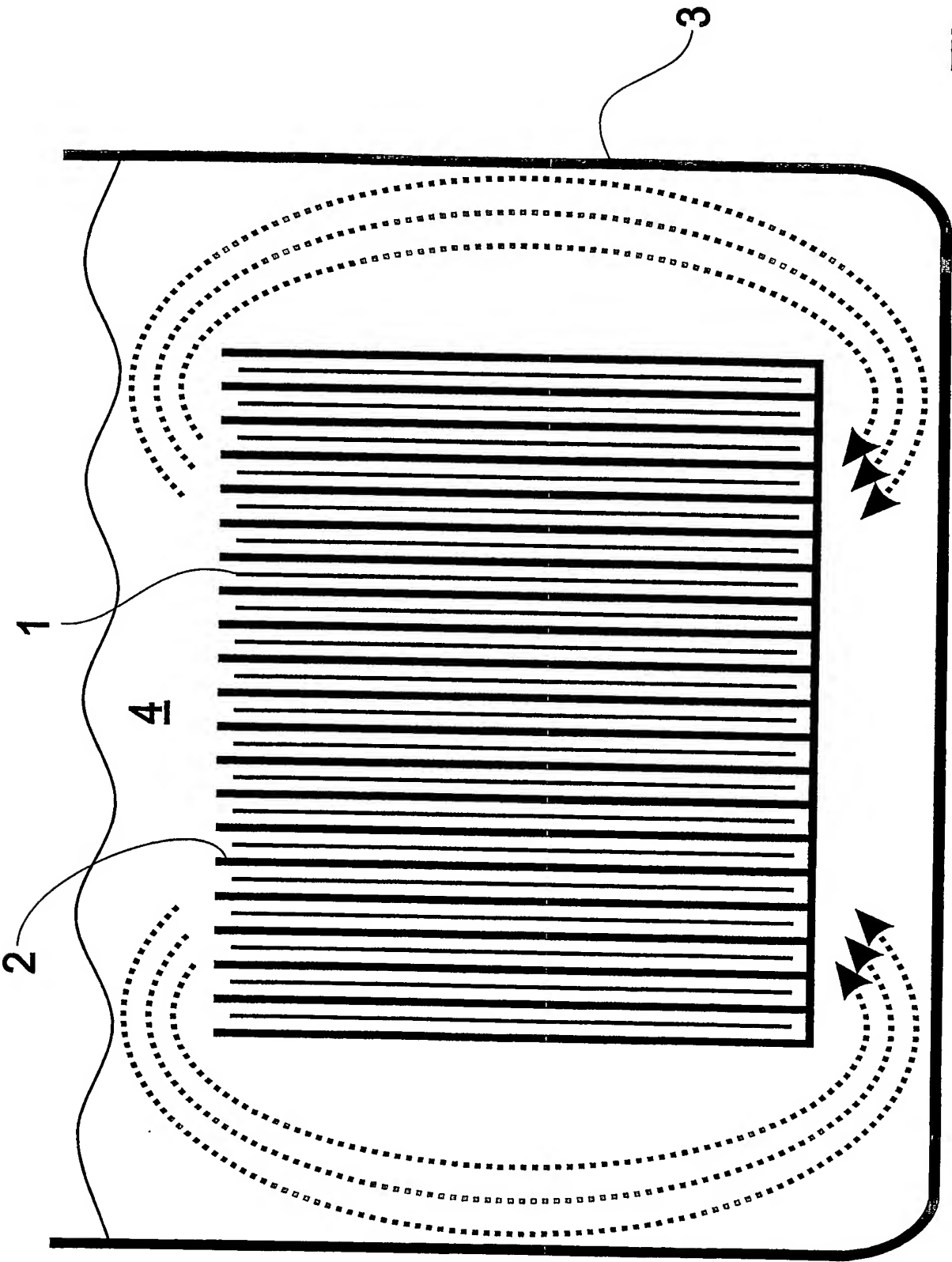
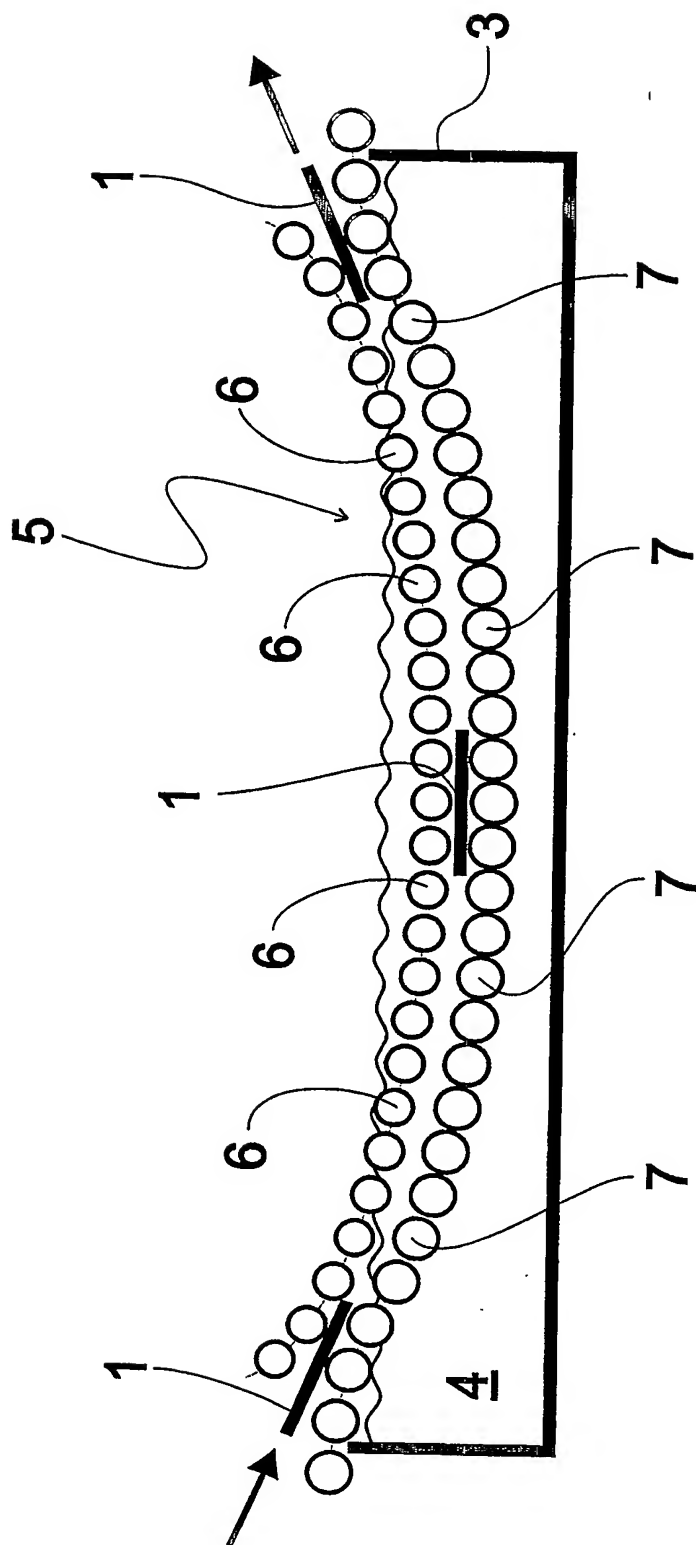
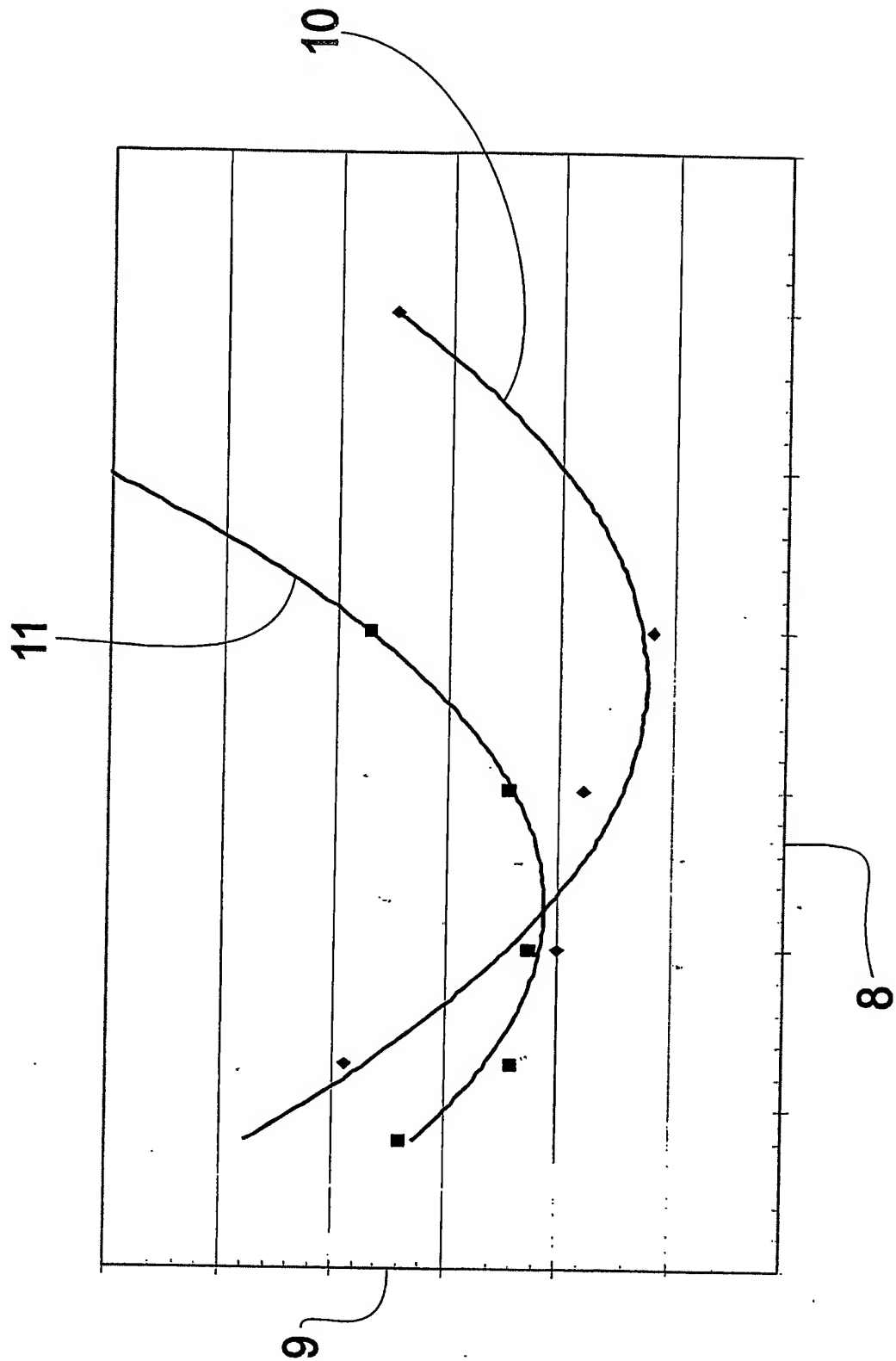


Fig. 2







**Fig. 4**

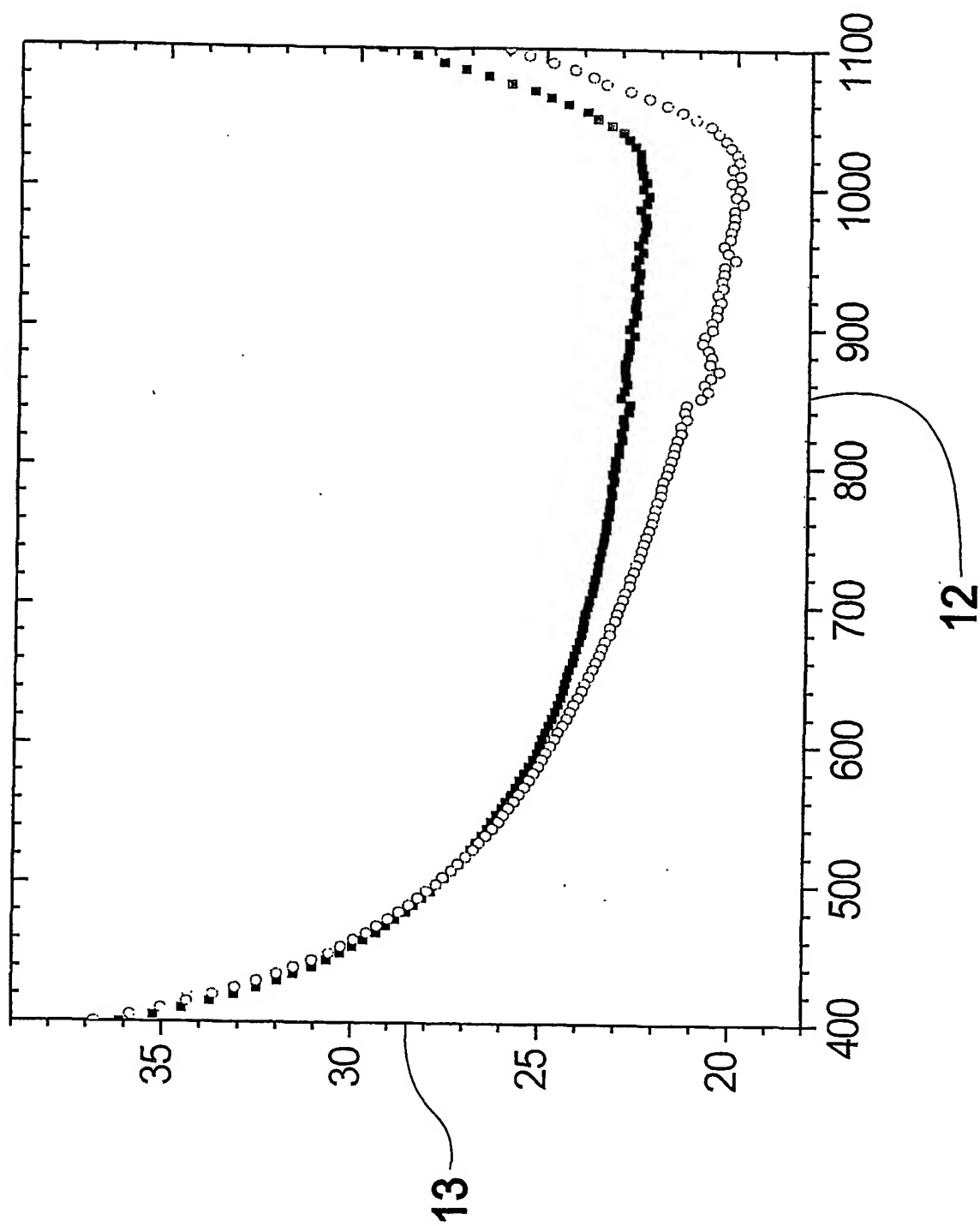


Fig. 5



10 μm

Fig. 6

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7 H01L21/306

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 199 62 136 A (MERCK PATENT GMBH) 28 June 2001 (2001-06-28) column 3, lines 13-63	1, 2, 4, 9
Y	-----	3
Y	US 6 309 467 B1 (PICHLER HERBERT ET AL) 30 October 2001 (2001-10-30) column 4, lines 26-28	3
A	----- PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 0180, no. 77 (E-1504), 8 February 1994 (1994-02-08) & JP 5 291215 A (MITSUBISHI MATERIALS CORP; others: 01), 5 November 1993 (1993-11-05) abstract -----	1-9

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

\*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

\*E\* earlier document but published on or after the international filing date

\*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

\*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

\*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\*G\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

10 September 2004

Date of mailing of the international search report

20/09/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Kenevey, K

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE2004/000835

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19962136	A	28-06-2001	DE 19962136 A1	28-06-2001
			AU 2165601 A	03-07-2001
			CA 2395265 A1	28-06-2001
			CN 1411612 T	16-04-2003
			WO 0147032 A1	28-06-2001
			EP 1240673 A1	18-09-2002
			US 2003119332 A1	26-06-2003
US 6309467	B1	30-10-2001	DE 19741465 A1	25-03-1999
			CA 2247586 A1	19-03-1999
			DE 59803595 D1	08-05-2002
			EP 0905796 A1	31-03-1999
			JP 3010441 B2	21-02-2000
			JP 11168076 A	22-06-1999
JP 5291215	A	05-11-1993	NONE	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 H01L21/306

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 H01L

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 199 62 136 A (MERCK PATENT GMBH) 28. Juni 2001 (2001-06-28) Spalte 3, Zeilen 13-63	1,2,4,9
Y	-----	3
Y	US 6 309 467 B1 (PICHLER HERBERT ET AL) 30. Oktober 2001 (2001-10-30) Spalte 4, Zeilen 26-28	3
A	----- PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 0180, Nr. 77 (E-1504), 8. Februar 1994 (1994-02-08) & JP 5 291215 A (MITSUBISHI MATERIALS CORP; others: 01), 5. November 1993 (1993-11-05) Zusammenfassung -----	1-9

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche

10. September 2004

Absendedatum des Internationalen Recherchenberichts

20/09/2004

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Kenevey, K

# INTERNATIONALER RESEARCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2004/000835

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 19962136	A	28-06-2001	DE	19962136 A1	28-06-2001
			AU	2165601 A	03-07-2001
			CA	2395265 A1	28-06-2001
			CN	1411612 T	16-04-2003
			WO	0147032 A1	28-06-2001
			EP	1240673 A1	18-09-2002
			US	2003119332 A1	26-06-2003
US 6309467	B1	30-10-2001	DE	19741465 A1	25-03-1999
			CA	2247586 A1	19-03-1999
			DE	59803595 D1	08-05-2002
			EP	0905796 A1	31-03-1999
			JP	3010441 B2	21-02-2000
			JP	11168076 A	22-06-1999
JP 5291215	A	05-11-1993	KEINE		